Aus dem Hygienischen Institut der Universität zu Breslau
Direktor: Prof. Dr. C. Prausnitz.

Besteht die Möglichkeit einer Wechselwirkung zwischen Trinkwasserhärte und Kariesfrequenz?

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde eines Doktors
der Zahnheilkunde
an der Hohen Medizinischen Fakultät der
Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Breslau

vorgelegt von

August Segeth
approb. Zahnarzt in Pitschen.

Breslau 1933

Breslauer Genossenschafts-Buchdruckerei, E. G. m. b. H., Ursulinerstraße 1

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Breslau.
Referent: Prof. Dr. Prausnitz.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Einleitung.

Als vor nunmehr mehr als fünfzig Jahren auf Grund von Beobachtungen und Untersuchungen zum ersten Male Kariesfrequenz in ursächlichen Zusammenhang mit kalkarmem Trinkwasser und kalkarmer Ernährung gebracht wurde, erregte diese Theorie wohl einige Aufmerksamkeit, wurde aber zumeist als unbegründet abgelehnt. Auch O. Röses 1894 erschienene grundlegende Arbeit „Erdsalzarmut und Entartung" teilte ein ähnliches Schicksal, da die damaligen Ergebnisse auf dem Gebiete der Physiologie dem Kalkstoffwechsel nur eine untergeordnete Stellung zubilligen konnten. Wenn jedoch heute der Kampf gegen die Karies der Zähne, als gegen ein Übel, das in seinen Auswirkungen auf Kiefer und Körper den Gesundheitszustand eines Volkes stark bedroht, mit immer größerem Erfolge geführt werden kann, wenn überdies fast ein halbes Jahrhundert wissenschaftlicher Forschung dem Kalkstoffwechsel eine hervorragende Bedeutung für den tierischen Organismus zugewiesen hat, so verpflichten wiederum diese Tatsachen im Interesse möglichst restloser Lösung des Problems von der Ätiologie der Karies, zur Klärung der auch heute noch umstrittenen Frage beizutragen, ob Kalkarmut des Trinkwassers die Bildung von Karies begünstige.

Der Kalkstoffwechsel.

Alle Versuche, kalkarmes Trinkwasser für die schnelle Verbreitung der Karies verantwortlich zu machen, müssen notwendiger Weise die Tatsache zur Voraussetzung haben, daß das Calcium den menschlichen Stoffwechsel stark beeinflussen kann. Bereits 1874 hatte Friedrich Wilhelm Bennecke auf den hohen Wert der Erdsalze für den Organismus hingewiesen, doch wurden diese ersten Hindeutungen auf die Pathologie der Kalkarmut von der noch 1880 überwiegenden Meinung, die Erdsalze bedürften keines Stoffwechsels, verdrängt. Um diese Zeit spielte die Frage keine unbedeutende Rolle, die allen Ernstes behandelt wissen wollte, „ob die Erdsalze der Zähne und Knochen einfach mechanisch in die organische Substanz eingelagert seien, oder ob eine chemische Verbindung zwischen Kalk und leim-

gebender Substanz bestünde". Muck, Freund und Weiske ist es dann gelungen, den Nachweis für einen Stoffwechsel von Calcium zu erbringen, nachdem sie auf Grund von Hungerversuchen bei Mensch und Tier im Harn und Kot reichlich Calcium nachweisen konnten. Den Hinweis auf die Bedeutung der Mineralstoffe für Stoffwechsel und Krankheitsentstehung verdanken wir weiter Harnack, von Bunge, Tigerstedt, Emmerich und Abderhalden, von denen letzterer ausführt:

„Im Magen-Darmkanal setzt eine Spaltung der organisch-anorganischen Verbindungen ein. Es wird Calcium frei und als Ion oder Salz resorbiert. Ob die Abspaltung des Calcium restlos in der Darmwand, oder zum Teil erst in den Geweben vor sich geht, entzieht sich unserer Kenntnis. Die Körperzellen verwenden das ihnen zur Verfügung gestellte Calcium in mannigfaltiger Weise. Es nimmt vor allem gemeinsam mit Phosphorsäure am Bau des Knochengebäudes, auch der Zähne, teil. Keine Zelle entbehrt wohl des Calcium ganz. Beständig kommt Calcium zur Ausscheidung. Ein Teil verläßt den Organismus durch die Nieren, ein anderer Teil wird durch die Darmschleimhaut ausgeschieden."

In der „Odontologica Clinica" faßt Maria Gironca die Bedeutung des Calciums dahin zusammen, daß sie es als unentbehrlich bezeichnet für die kernhaltigen Zellen, die zu ihrem Bestande an Kalk gebunden seien, ferner beim Aufbau des Knochensystems und für die Odontogenese.

In neuerer Zeit wurde die Bedeutung des Kalkstoffwechsels in engen Zusammenhang gebracht mit dem endokrinen System. Weil betont, daß endokrine und Ernährungsstörungen eng miteinander verbunden seien und weist darauf hin, daß, falls dem Organismus nicht die zur Entwicklung erforderliche Kalkmenge zugeführt wird, endokrine Störungen auftreten, die auch am Zahnsystem ihre Spuren hinterlassen. Proell schließt auf Grund seiner Untersuchungen an Negerstämmen auf eine Beteiligung des endokrinen Apparates, insbesondere der Keimdrüsen, die während der Pubertät, der Schwangerschaft und der Lactationsperiode eine Kalkstoffwechselstörung hervorrufen und dadurch eine Erhöhung der Kariesbereitschaft zur Folge hätten.

In Verfolg seiner Ausführungen über „Zahnsystem und innere Sekretion" schreibt Biedl:

„In den letzten Jahren haben unsere Kenntnisse in Bezug auf die Genese der Rachitis, und vor allem in Bezug auf das zentrale Problem, den Kalkstoffwechsel, so weitgehende Be-

reicherung erfahren, daß wir nunmehr mit größter Sicherheit behaupten können, daß die innere Regulation des Kalkstoffwechsels und direkt oder indirekt auch des Phosphorstoffwechsels im Organismus zu den Aufgaben des Inkretsystems, in erster Linie der Epithelkörperchen gehört, und daß die glandulae parathyreoideae jene Blutdrüsen darstellen, die in erster Reihe die Kontrolle über den Kalkstoffwechsel ausüben. Wir wissen, daß jede Schädigung der Epithelkörperchenfunktion zu einer Herabsetzung der Calciumkonzentration im Blute und, nebenbei gesagt, gerade dadurch zu einer Steigerung der Erregbarkeit des neuromuskulären Apparates führt. Die ungenügende Kalzifikation des osteoiden Gewebes ist eine Frage der geminderten Epithelkörperchenfunktion. Diesem Satz entsprechen nur scheinbar die morphologischen Befunde an den Epithelkörperchen bei verschiedenen Epithelkörperchenerkrankungen, bei der Rattenrachitis und zum Teile auch bei der menschlichen Rachitis, denn man könnte bei ihnen den Ausdruck einer vermehrten funktionellen Beanspruchung der Organe erblicken."

Jedoch auch andere Drüsen sollen den Kalkstoffwechsel beeinflussen. Kranz konnte an den Zähnen thymektomierter Tiere eine Verzögerung der Dentition und überhaupt eine nur schwache Anlage der Zähne nachweisen. Derselbe Verfasser beschreibt einen idiotischen Knaben, der mit 4 Jahren sämtliche Zähne verlor, und dem, wie sich nach einem operativen Eingriff herausstellte, die Thymusdrüse fehlte. Auch dem Hypophysenvorderlappen wird eine Bedeutung für die Zähne zuerkannt, nachdem nach Hypophysektomie eine Verlangsamung der Dentition und das Ausbleiben der bleibenden Zähne beobachtet werden konnte. Alle diese endokrinen, den Kalkstoffwechsel stark beeinflussenden Vorgänge sollen eine erhebliche Strukturveränderung im Dentin zur Folge haben und auch den Schmelz beeinflussen. Diese angeführten Forschungsergebnisse beweisen den großen Einfluß, den ein aufgehobener oder unterbrochener Kalkstoffwechsel auf die Zähne ausüben kann. Das bekannte Bild der Schmelzhypoplasien z. B. weist auf eine solche durch irgend einen Grund hervorgerufene Dysfunktion des Kalkstoffwechsels hin. Natürlich widmet die moderne Forschung diesen Stoffwechselvorgängen immer größere Aufmerksamkeit.

Künstliche Zufuhr von Kalk.

Es ist verständlich, daß man schon früher das Bestreben hatte, die Struktur der Zähne durch künstliche Zufuhr von

Kalksalzen zu verbessern, um diesen einen höheren Grad von Widerstandsfähigkeit zu verschaffen. Den ersten Versuch machte nach dem Dentalregister 1863 Parish, der ein Gemisch von phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurem Kali, Calciumchlorid und phosphorsaurem Natron empfahl. In verschiedenen Veröffentlichungen haben Emmerich und Loew ihre Erfahrungen bekanntgegeben. Loew weist darauf hin, daß jede tierische Zelle einen bestimmten Kalkgehalt nötig hat und ein Mangel daran die vitalen Eigenschaften derselben beinträchtigt. Besonders der Zellkern derjenigen Zellen, welche Zähne und Knochen bilden, benötigt ein gewisses Deputat an Kalksalzen. „Naturgemäß", sagt Raude, „darf man eine Wirkung der Kalkpräparate, soweit sie beim Wiederaufbau pathologisch veränderter Organe herangezogen werden, nur in den Grenzen physiologischer Möglichkeiten erwarten. Sie ist beim Knochen sehr weitgehend, weniger schon beim Dentin, und am wenigsten beim Schmelz, der ja im fertigen Zustande nur 2—3% organischer Substanz enthält". Die Bedeutung der Schmelzhärte erhellt aus der Überlegung, daß die Karies mehr oder weniger nur dann auftreten kann, wenn der Schmelz in seinem Aufbau durch irgend einen Einfluß seine Widerstandskraft äußeren Einflüssen gegenüber verliert. Daß aber nennenswerte Änderungen in dem Aufbau des Schmelzes seine Stärke beeinflussen und diesen zur Karies prädisponieren müssen, leuchtet ohne weiteres ein. Wenn nun auf Grund der günstigen Erfahrungen, die die Pharmakologie mit der Darreichung von Kalkpräparaten bei gewissen Krankheiten des Nervensystems, der Konstitution u. a. gemacht hatte, der Versuch gemacht wurde, nachzuweisen, daß eine verbesserte Zufuhr von Kalksalzen den Schmelz widerstandsfähiger und fester mache, so berührt wiederum diese Lehre auch heute noch die alte Frage, ob es im Schmelz überhaupt einen Stoffwechsel gibt oder nicht.

Stoffwechsel im Schmelz.

Fischer nimmt zu dieser Frage folgende Stellung ein:

„Die Zeiten, in denen man den Schmelz zu den toten Gebilden des tierischen Organismus rechnete, liegen weit hinter uns zurück, und es hat zahlreicher, außerordentlich schwieriger Untersuchungen bedurft, um die vitale Energie des fertigen Schmelzgewebes zu begründen. Schmelz und Dentin stehen durch ein Plasmanetz miteinander in Verbindung und unterhalten wahrscheinlich einen nutritiven Stoffwechselaustausch. Feiler tritt dafür ein, daß der Schmelz am physiologischen

Stoffwechsel teilnimmt, auch hält er es nicht für ausgeschlossen, daß die Kalksalze des Speichels nach den Gesetzen der Diffusion in den Schmelz eindringen und dort assimiliert werden. Gottlieb „will durch Verfütterung von Krapprot bei Tieren den Nachweis von Ernährungsbahnen im Schmelz erbracht haben". Euler sagt: „Keinesfalls geht es mehr an, den ausgebildeten Schmelz als ein totes Gebilde zu betrachten. Diese frühere Ansicht wird allein schon damit widerlegt, daß toxische Reizungen an der Peripherie der Schmelzlamellen eine deutliche Reaktion im Dentin am zentralen Lamellenende hervorrufen." Derselbe Forscher äußert sich über den derzeitigen Stand dieser Frage dermaßen:

„Es ist hier nicht der Platz, um alle widerstreitenden Ansichten aufzuzählen und einzeln zu prüfen. Solange keine sicheren Angaben, die restlos befriedigen, gemacht werden können, mag einstweilen die Vorstellung von Stoffwechselverhältnissen durch folgende Wahrscheinlichkeitshypothese erleichtert werden. Solange der höhere Prozentsatz an organischer Substanz im Schmelz anhält, mag in deren Bahnen eine weitere Kalkzufuhr von der Pulpa her ausreichen; mit der dabei erfolgenden Abnahme der organischen Substanz wird aber der Stoffwechsel von der Pulpa her immer mehr erschwert und es wäre denkbar, daß nun vikariierend vom Speichel her eine Diffusion gelöster Kalksalze durch die schwachen Stellen und die Lücken im Schmelzoberhäutchen stattfindet."

Es geht also kaum mehr an, einen Stoffwechsel im Schmelz ohne weiteres von der Hand zu weisen, wie es u. a. Walkhoff mit den Worten tut: „Eine physiologische Tätigkeit des Zahnbeines durchgebrochener Zähne existiert nicht."

Kariesverminderung durch Zufuhr von Mineralsalzen.

Die Wahrscheinlichkeit eines Stoffwechsels im Schmelz, der wenigstens vom klinisch-biologischen Standpunkt aus angenommen werden kann, in Verbindung mit der Bedeutung des Kalkstoffwechsels für den Organismus, ergibt nunmehr sicherlich die Rechtfertigung des Gedankens, der es in den Bereich der Möglichkeit stellt, daß kalkreiches Wasser die Kariesfrequenz vermindern könne. „In diesem Zusammenhange, der die Bedeutung der Mineralisation klarlegt", sagt Proell, „müssen wir unsere Ansicht über die Entstehung der Zahnkaries dahin revidieren: „Die eigentliche Grundursache liegt für gewöhnlich in einer angeborenen oder erworbenen Störung der Mineralisation und in einer Minderung

der Abwehrkräfte, während die Wirkung der Bakterien und der säuernden Speisereste lediglich auslösende Momente sind.“ Die Versuche, durch entsprechende Ernährung der Bildung der Karies vorzubeugen oder gar eine Remineralisation zu erreichen, sind alt. Schon 1870 hat der Warschauer Zahnarzt Scheller in seiner Schrift: „Über die Diätetik der Zähne und den Einfluß der Nahrung auf die Erhaltung derselben“ die Ansicht vertreten, daß in den Geweben der Zähne ein fortgesetzter Stoffwechsel stattfände, der stärkere oder aber schwächere Bau der Zähne von der Menge der Kalksalze in jedem seiner Gewebe abhängig wäre. Die mangelhafte Bildung der Zahngewebe wäre dadurch bedingt, daß das Blut diesen nicht die genügende Menge der zu ihrem Aufbau erforderlichen Substanzen zukommen lasse. Durch die neuen Zubereitungsmethoden der Nahrung gingen gerade die wertvollsten Eigenschaften zugrunde: die Kalksalze. Der Schweizer Zahnarzt Schlenkert sagte 1883: „Es ist jedermann bekannt, daß die Zahnverderbnis in manchen Ländern, ja in manchen Distrikten, eine sehr große ist, während die Bewohner in angrenzenden Ländern oder Distrikten gute Zähne haben. In den Distrikten, wo die Karies häufig ist, findet man auch Skrofulose und Blutarmut häufig, die Nahrung ist oft kümmerlich und knapp. Seit dreißig Jahren haben sich die Mühlsteine verbessert. Die an phosphorsaurem Kalk so reiche Schale der Getreidefrüchte wird jetzt nicht mehr dem Mehle einverleibt, sondern als Kleie sauber getrennt und als Viehfutter verwandt. Durch die feinere Nahrung hat auch die Karies zugenommen, denn Zahnlücken und künstliche Ersatzstücke gehören heute nicht mehr zu den Seltenheiten. Wir haben nun die Ursachen der immer mehr überhandnehmenden Zahnverderbnis kennen gelernt und eine rationelle Behandlung wird somit auf keine Schwierigkeiten stoßen. Das einzige Mittel ist: Zufuhr von phosphorsaurem Kalk. Wenn wir die Knochen und Zähne durch Entzug von Kalksalzen erweichen, so liegt es auf der Hand, daß wir durch Beibringung derselben solchen auch auf die Beine helfen können. Die Kalksalze sind in vielen Nahrungsmitteln und selbst im Wasser enthalten.“

Von anderen Autoren macht besonders Kunert kalkarmes Leitungswasser für die Zunahme der Karies verantwortlich. J. R. Wallers führte in einem auf der National-Dental-Assoziation gehaltenen Vortrage aus, unter Hinweis auf den Kalkgehalt des Trinkwassers:

„Die Zähne sind in allen Lebensaltern wichtigen Veränderungen unterworfen; wenn die Milchzähne durch die per-

manenten Zähne ersetzt werden, muß der Ernährungsprozeß bei jedem Kinde sorgfältig überwacht werden. Denn man hat die Beobachtung gemacht, daß alle Leute, welche auf kalkhaltigem Boden leben und kalkhaltiges Wasser trinken, viel bessere Zähne bekommen und behalten als andere, welche weniger kalkhaltige Substanzen genossen. Aus diesem Grunde ließ man an allen Orten, wo es an Kalk fehlte, die Kinder und auch viele Erwachsene täglich eine gewisse Qantität Kalkwasser trinken, wodurch die Zähne entschieden besser wurden. Redner hat auf diesem Gebiet eingehende Beobachtungen gemacht und sehr interessante Erfahrungen gesammelt. Bei Emigranten zeigte sich z. B. schon nach 6 Monaten eine auffallende Erweichung der Zahnsubstanz, weil das Wasser, welches sie während dieser Zeit getrunken hatten, nicht kalkhaltig genug gewesen war. Ein regelmäßiger Genuß von Kalkwasser, dessen Gehalt vom Arzte zu bestimmen ist, sollte deshalb nicht nur allen Kindern, sondern auch hauptsächlich den Müttern dringend empfohlen werden, denn die Erfahrung hat längst bewiesen, daß sogar, wenn Eltern schlechte Zähne haben, das Kind dennoch gute Zähne bekommt, wenn die Mutter während der Periode der Schwangerschaft viel Kalkwasser trinkt."

Auch Sachs betonte:

„Ich kenne verschiedene Eltern, welche ihren Kindern Kalkwasser zum Trinken gaben; ich habe dasselbe häufig verordnet und vortreffliche Resulate erzielt."

Am weitgehendsten hat O. Röse den Standpunkt vertreten: „Je härter das Wasser, desto besser die Zähne." Nach jahrelangen Untersuchungen, die er an 80 000 Schulkindern aus 164 Ortschaften vorgenommen hatte, kam er zu dem Resultat, daß mit zunehmender Härte des Trinkwassers die Zahl der kariösen Zähne abnahm. Folgende Tabelle veranschaulicht Arbeitsgang und Ergebnis seiner Arbeit:

Städte über 6000 Einwohner.

Durchschnitt Gesamthärte	Ortschaft	Zahl der untersuchten Kinder	Zahl der erkrankten Zähne	Prozentsatz der erkrankt. Zähne	Prozentsatz der völlig gesunden Gebisse
2,2	Freiburg i. B. . .	3460	8,4	35,0	1,3
3,2	Nordhausen . .	3868	8,7	34,8	2,1
6,9	Dresden	47208	7,5	30,1	3,0
17,9	Hannover	802	7,4	29.5	3,9
19,6	Sonderhausen . .	230	6,3	25,6	4,8
54,8	Frankenhausen . .	461	4,4	17,8	21,0

Wie aus der Tabelle hervorgeht, ist vor allem der Unterschied in der Prozentzahl der völlig kariesfreien Gebisse ein beträchtlicher. Freilich sind diese Ergebnisse auch öfter angegriffen worden. So nimmt z. B. Opitz zu ihnen folgende Stellung:

„Röse, der bei seinen Untersuchungen übrigens nur den Zustand der Zähne und die allgemeine Tauglichkeit der männlichen Bevölkerung für den Heeresdienst in Betracht gezogen hat, beging den Fehler, daß er bei seinen vergleichsweisen Untersuchungen lediglich auf die Härte des genossenen Wassers achtete, aber außer Acht ließ alle anderen Einflüsse, vor allem die der Rasse und der Lebensgewohnheiten. Es ist nicht angängig, daß man, wie er es tat, die Bevölkerung so verschiedener Gegenden, wie Badens, Thüringens, Sachsens, Posens und Schwedens miteinander vergleicht. Sollen Vergleichsergebnisse einigermaßen einwandfrei sein, so muß man Vorsorge treffen, daß alle Unterschiede, außer der Verschiedenheit des Wassers, nach Möglichkeit ausgeschaltet werden."

Auch Gärtner lehnt Röses Theorie ab. Er äußert sich über den Einfluß des weichen Wassers:

„Alle theoretischen Erwägungen über die Schädlichkeit des weichen Wassers werden durch die praktische Erfahrung widerlegt. In weiten Gebieten der Urgesteine, des Buntsandsteines, der Porphyre, Porphyrite, Granite usw. beträgt die Härte des Wassers 1—2 deutsche Härtegrade. Aber man kann die Bewohner des Schwarzwaldes, eines großen Teiles Thüringens, Schwedens und Norwegens nicht als degeneriert bezeichnen. Sie haben einen genau so kräftigen Knochen- und Körperbau wie ihre harte Wässer trinkenden Stammesgenossen."

Auch neuere Autoren sprechen kalkreichem Wasser einen Einfluß auf die Verbreitung der Karies ab und wollen einen Erfolg nur begründet sehen in einer geeigneten Verbindung von Ca. und P. So erklärt J. Lennox, daß der Boden in Südwestafrika zwar sehr kalkreich sei, trotzdem sei eine hohe Kariesanfälligkeit festzustellen. Am schärfsten greift Walkhoff die Röseschen Ergebnisse an. Er kommt, da er nutritive Lebensäußerungen im Schmelz abstreitet, ein Stoffwechsel im Schmelz durchbrochener Zähne aber über den Nutzen einer Kalkwasserzufuhr entscheidet, zu dem Schluß, daß „für die Erhaltung und Widerstandsfähigkeit der Zähne die Berechtigung einer Revolutionierung des Wassers in chemisch-physiologischer Beziehung nicht vorliegt." Sein Schüler Rogger

hat Untersuchungen in der Schweiz vorgenommen und das Ergebnis in folgender Tabelle niedergelegt:

Tabelle H.

Ort	Erkrankte Zähne %	Durchschnittliche Trinkwasserhärte
Glaris	10,53	8,31
Frauenkirch	12,26	2,47
Dischma	13,28	2,90
Monstein	14,19	4,90
Sertig-Clavadel	15,24	2,56
Davos-Platz	18,28	3,63
Davos-Dorf	20,63	3,63
Laret	21,66	8,74

Der Verfasser schließt seine Untersuchungen mit den Worten: „Wenn wir vorstehende Tabelle H betrachten, man vergleiche nur den Prozentsatz der erkrankten Zähne und die Härtegrade von Glaris, Frauenkirch und Laret, so müssen wir an der Röseschen Theorie zweifeln.“ Zu einem anderen Resultat kommt Walter, der eine Arbeit betreffend die zwei schweizerischen Ortschaften Engelberg und Stili veröffentlicht hat und nachwies, daß ein Zusammenhang zwischen Karies und Trinkwasserhärte bestehen müsse, man habe in Engelberg bessere Zähne wie in dem Orte Stili, dessen Trinkwasser bedeutend kalkärmer sei. In Ortschaften der Umgebung Göttingens untersuchte Nebelung eine größere Anzahl Schulkinder, gleichfalls mit dem Ergebnis, daß an Orten mit weichem Wasser ein höherer Prozentsatz von kariösen Zähnen zu finden war, als an solchen mit hartem Wasser, an denen er außerdem eine bedeutend größere Zahl völlig kariesfreier Gebisse feststellen konnte.

Zweiter Teil.

Das Wasser.

Das menschlichem Genuß und Wirtschaftszwecken dienende Wasser entnehmen wir einmal dem Meteorwasser, dann dem Fluß- oder See- und schließlich dem Grundwasser. Naturgemäß muß die Überlegung, daß dem Wasser eine überaus große volkswirtschaftliche Bedeutung zukommt, die Folgerung ergeben, daß seine Geeignetheit zum menschlichen Genuß die restlose Erfüllung bestimmter Anforderungen zur Voraus-

setzung haben muß. Von einem Wasser, das den menschlichen Bedarf decken soll, ist zu verlangen, daß es:

1. zum Genuß einladend,
2. für die mannigfaltigen praktischen Bedürfnisse geeignet,
3. für den Körper unschädlich ist.

Diese Bedingungen setzen also voraus: Farb- und Geruchlosigkeit, nicht zu niedrige und nicht zu hohe Temperatur, Fehlen von anorganischen, organischen und organisierten Bestandteilen, soweit solche Erkrankungen zur Folge haben könnten. Auf der anderen Seite kann ein bestimmter Gehalt von Mineralstoffen erwünscht sein. So spielen Jod-, Eisen- oder Schwefelwässer oft für die menschliche Gesundheit eine nicht zu unterschätzende Rolle. In Verfolg unserer Ausführungen interessieren die bereits angeführten Erdsalze in erster Linie. Der große oder kleine Gehalt der Erdsalze im Wasser macht dieses „hart" oder „weich". Ein überwiegender Gehalt an doppeltkohlensauren Kalk- und Magnesiasalzen scheidet wiederum das Wasser „vorübergehender oder temporärer Härte" von einem Wasser „bleibender oder permanenter Härte", die durch Sulfate, Nitrate und Chloride gebildet wird. Ein Wasser vorübergehender Härte muß beim Kochen deswegen an Härte einbüßen, da seine Salze ausfallen, indem sich die einfachen kohlensauren Salze bilden und Kohlensäure frei wird. Die jeweilige Härte eines Wassers wird durch deutsche Härtegrade gemessen, die u. a. nach der Härtebestimmung von Clark festgestellt werden können. Diese Bestimmung geht aus von der Überlegung, daß in Wasser gebrachte Seife Schaum ergibt. Folgerichtig wird sich Schaum erst dann bilden, wenn unzersetzte Seife im Wasser vorhanden ist. Ein Schaum wird jedoch nicht eintreten, wenn Kalk- oder Magnesiasalze im Wasser in Verbindung mit der Seife unlösliche fettsaure Erdalkalien bilden und ausfallen. Auf diese Weise wird bei höherer Härte erst bei immer größerem Zusatz von Seife Schaum eintreten. Zur Ermittelung des Härtegrades wird nun eine Seifenlösung verwandt, die so eingestellt ist, daß 45 ccm derselben genügen, um in 100 ccm Wasser 12 mg Kalk zu binden, also 12 deutsche Härtegrade feststellen.

Gang der Untersuchung.

Da in vorliegender Arbeit sämtliche Untersuchungen nach der Clarkschen Härtegradbestimmung vorgenommen wurden, soll der genaue Gang der angewandten Unter-

suchungsweise angegeben werden. Der angewandte Gang der Härtegradbestimmungen war folgender:

Entnahme des Wassers.

Einfüllen von 100 ccm Wasser in Schüttelflaschen von 200 ccm^3 Inhalt.

Langsames Einlaufenlassen von Seifenlösung aus einer 50 ccm Bürette.

Unter vorsichtigem Zusatz von weiterer Lösung Schütteln, bis ein feinblasiger Schaum 5 Minuten stehen bleibt.

Feststellen des Härtegrades nach dem Seifenverbrauch.

Zwecks Feststellung der bleibenden Härte wurden 300 ccm in einem Glaskolben unter Auffüllen mit destilliertem Wasser 1 Stunde gekocht, nach dem Kochen genau auf das ursprüngliche Volumen gebracht, durch Papierfilter filtriert und das Filtrat nach derselben Weise titriert.

Die Entnahme des zu untersuchenden Wassers, die teils aus Leitungen, teils aus Brunnen erfolgte, wurde bei Leitungen erst nach 15 Minuten langen Laufenlassen und bei Brunnenwasser nach 10 Minuten langem Abpumpen vorgenommen. Von jedem Wasser wurden 2 je 500 ccm fassende Glasstöpselflaschen gefüllt. Die Menge von 1000 ccm war erforderlich, da jede Härtegradbestimmung, um ein möglichst genaues Resultat zu sichern, dreimal wiederholt wurde. Kleine Abweichungen von höchstens 0,5 g wurden gelegentlich beobachtet, sie wurden in diesen Fällen insofern berücksichtigt, als dann die Durchschnittshärte errechnet wurde. Im ganzen wurde an 117 Wasserstellen Wasser entnommen, und ungefähr 400 Härtegradbestimmungen nach Clark wurden ausgeführt. Leider konnte in den dem Verfasser zur Verfügung stehenden Bezirken ein Wasser mit überragender Härte nicht ermittelt werden, doch war zwischen den verschiedenen Ortschaften immerhin eine Differenz von 4—18 Härtegraden festzustellen. Um die Untersuchungsergebnisse mit verschieden hartem Wasser gegenüberstellen zu können, mag vielleicht die Einteilung so erfolgen, daß Wasser mit einem Härtegrade von

0— 5 als weich,
6—10 als mittelhart,
11—18 als hart

bezeichnet werden darf. Im Verfolg der Härtegradbestimmungen des Wassers von insgesamt 30 Ortschaften wurden die Zähne von 7400 Personen männlichen und weiblichen Geschlechtes untersucht. Es sei darauf hingewiesen, daß bei der Feststellung der Zahl der kariösen Zähne bereits extrahierte oder sonstwie fehlende Zähne als kariös angenommen wurden.

Die Untersuchungen selbst erstreckten sich auf einen Teil des Landkreises Oppeln sowie der Stadt Oppeln einerseits, und auf einen Teil des Landkreises Kreuzburg andererseits. In der Stadt Oppeln konnten gegen 3000 Schulkinder untersucht werden. Der Landkreis Oppeln konnte durch seine ausgedehnte Kalkindustrie ein recht hartes Wasser versprechen, doch konnten mehr wie 18 Härtegrade nicht festgestellt werden. Der Landkreis Kreuzburg, der dagegen nur weiches Wasser aufzuweisen hat, kann darum gut in Vergleich mit den Ergebnissen des Oppelner Kreises genommen werden. Wenn nunmehr die folgenden Tabellen über die Ergebnisse der Untersuchungen und Härtegradbestimmungen unterrichten sollen, so seien in den Tabellen 1 und 2 zunächst die Ortschaften der einzelnen Bezirke mit ihrer durchschnittlichen Trinkwasserhärte zusammengestellt.

Tabelle 1.

Landkreis Kreuzburg.

Härte			Name der Ortschaft	Zahl der Untersuchten	Zahl d. Brunnen		Einwohnerzahl
kleinst.	größt.	Durchschnitt			untersucht	vorhanden	
7,38	9,57	9,28	Pitschen	670	16	80	2900
9,87	9,87	9,87	Baumgarten	28	2	8	382
5,60	6,43	6,15	Bischdorf	111	4	12	385
4,79	4,79	4,79	Borek	31	2	8	294
8,70	8,70	8,70	Golkowitz	123	3	17	464
5,60	5,60	5,60	Goslau	21	2	5	223
4,52	4,52	4,52	Jakobsdorf	19	3	8	369
5,87	6,15	6,15	Kochelsdorf	66	13	4	407
5,33	6,15	5,87	Kostau	201	9	15	587
6,15	6,43	6,15	Nassadel	198	5	37	1013
4,25	4,52	4,52	Neudorf	104	41	17	529
4,79	4,79	4,79	Omechau	73	3	14	467
7,55	8,99	8,70	Polanowitz	215	6	15	628
7,55	9,28	8,99	Roschkowitz	310	9	31	1010
5,60	5,60	5,60	Sarnau	29	2	8	372
5,60	5,60	5,60	Wilmsdorf	38	2	10	365
5,87	5,87	5,87	Woislawitz	11	2	4	100
5,33	5,60	5,60	Proschlitz	184	4	19	771

Tabelle 2.

Untersuchungen im Landkreise Oppeln.

Ort	Zahl der Einwohn.	Zahl der Untersuchten	Wasserhärte			Brunnen	
			kleinst.	grßt.	Durchschnitt	vorhanden	untersucht
Sacrau	1 200	350	18,50	18,43	18,00	38	8
Frauendorf	1 001	120	17,53	17,87	17,60	27	5
Groschowitz. . . .	3 200	211	18,15	18,71	18,56	?	5
Gogolin.	3 100	103	—	—	17,98	?	2
Proskau	2 200	695	13,65	14,16	13,98	?	6
Chrumschütz . . .	611	42	13,42	13,42	13,42	13	2
Zlattnik	610	38	13,15	13,42	13,65	15	6
Gr.-Schimnitz . . .	742	133	13,65	14,16	13,98	21	6
Gorazde	166	18	—	—	18,56	6	2
Oppeln	45 000	3200	12,90	13,90	13,15	Leitung	12

Von den in Tabelle 1 angeführten Ortschaften wurden nunmehr solche mit ausgesprochenem weichem Wasser zusammengestellt. Untersucht konnten 711 Personen werden und zwar 330 Männer und 381 Frauen. Das Ergebnis ist aus der folgenden Tabelle zu ersehen.

Tabelle 3.

Weiches Wasser. 330 männliche Personen.

Alter	Zahl der Untersuchungen	Kariöse Zähne						Prozentsatz der völlig kar. fr. Gebisse	Durchschnitt der erkrankten Zähne
		0	1	2—4	5—7	8—10	10 u. mehr		
6—14	57	6	9	13	10	9	1	10,5	4,0
15—19	43	4	12	11	9	8	8	9,3	6,4
20—30	130	13	16	33	24	27	17	10,0	5,8
30—40	70	1	7	29	12	8	8	1,04	5,9
40—60	30	2	8	—	7	5	5	6,6	6,0
Abs. Zahl	330	26	52	86	62	65	39	7,8	5,6
Prozentzahl	—	7,8	15,8	26,1	18,7	19,6	11,8		

Tabelle 3a.

Weiches Wasser. 381 weibliche Personen.

Alter	Zahl der Untersuchungen	Kariöse Zähne						Prozentsatz der völlig kar. fr. Gebisse	Durchschnittszahl der erkrankt. Zähne
		0	1	2–4	5–7	8–10	10 u. mehr		
6—14	41	3	4	5	7	9	—	7,3	4,0
15—19	22	2	2	7	13	9	2	9,0	10,5
20—30	189	9	13	78	68	21	—	4,7	5,3
30—40	102	8	2	51	25	12	4	7,8	4,8
40—60	27	—	4	5	4	10	4	—	7,1
Abs. Zahl	381	22	25	146	117	61	10	5,7	6,3
Prozentzahl	—	5,7	6,6	37,7	30,7	16,2	2,7		

Demnach ist bei den männlichen Untersuchten ein Prozentsatz von 7,8 völlig kariesfreier Gebisse festgestellt worden. Bei den weiblichen Untersuchten sind die Ergebnisse nicht ganz so günstig, hier haben nur 5,7 von Hundert sämtliche Zähne kariesfrei. Die Durchschnittszahl der erkrankten Zähne ist 5. Nach Röses Theorie müßte nun die Durchschnittszahl der kariösen Zähne in den folgenden Tabellen, also bei mittelhartem und hartem Wasser sinken, die Zahl der völlig kariesfreien Gebisse aber steigen.. Aus der nächsten Tabelle geht folgendes Ergebnis hervor:

Tabelle 4.

Mittelhartes Wasser. 844 männliche Personen.

Alter	Zahl der Untersuchungen	Zahl der kariösen Zähne						Prozentsatz der kar. fr. Gebisse	Durchschnittszahl der erkrankt. Zähne
		0	1	2—4	5—7	7—10	11 u. mehr		
6—14	150	13	17	36	39	19	3	12,0	4,3
15—19	147	15	12	41	40	32	25	10,2	7,1
20—30	260	29	30	87	73	30	19	11,1	5,4
30—40	170	18	19	56	34	29	12	10,5	5,3
40—50	87	12	8	14	16	30	7	13,7	6,3
50—60	30	2	5	6	6	4	1	6,6	4,0
Abs. Zahl	844	94	91	240	208	144	67	10.6	5,4
Prozentzahl	—	10,6	10,4	28,5	24,7	17,4	7,9		

Tabelle 4a.

Mittelhartes Wasser. 882 weibliche Personen.

Alter	Zahl der Untersuchungen	Zahl der kariösen Zähne						Prozentsatz der kar. fr. Gebisse	Durchschnittszahl der erkrankt. Zähne
		0	1	2—4	5—7	7—10	11 u. mehr		
6—14	210	21	38	89	31	32	7	10,0	4,8
15—20	114	10	11	33	39	18	5	9,0	5,7
20—30	241	23	26	89	47	30	16	10,0	5,0
30—40	190	18	7	83	51	29	2	9,4	5,3
40—50	99	—	8	38	34	12	7	0,0	6,0
50—60	28	1	—	5	10	5	7	3,5	7,7
Abs. Zahl	882	73	90	347	212	126	44	8,2	5,7
Prozentzahl	—	8,2	10,1	39,1	24,0	14,0	4,6		

Ohne auf die Ergebnisse der beiden vorhergehenden Tabellen einzugehen, mögen der besseren Übersicht wegen gleich die Resultate der Untersuchungen mit hartem Wasser folgen.

Tabelle 5.

Hartes Wasser. 821 männliche Personen.

Alter	Zahl der Untersuchungen	Zahl der kariösen Zähne						Prozentzahl der völlig kar. fr. Gebisse	Durchschnitt der erkrankt. Zähne
		0	1	2—4	5—7	8—10	11 u. mehr		
6—14	214	39	31	18	89	36	—	17,7	5,0
15—20	150	24	30	10	49	32	2	16,0	5,2
21—30	180	29	23	13	66	40	7	16,1	5,6
31—40	170	21	2	18	46	61	18	12,3	7,2
41—50	80	12	7	—	27	33	11	15,0	8,0
51—65	27	4	1	3	7	7	5	14,8	6,9
Abs. Zahl	821	129	94	62	284	209	43	15,7	6,3
Prozentzahl	—	15,7	11,4	7,5	34,5	26,0	5,0		

Tabelle 5a.

Hartes Wasser. 889 weibliche Personen.

Alter	Zahl der Untersuchungen	Zahl der kariösen Zähne						Prozentzahl der völlig kar. fr. Gebisse	Durchschnitt der erkrankt. Zähne
		0	1	2—4	5—7	8—10	11 u. mehr		
6—14	221	38	21	61	59	42	—	17,2	4,9
15—20	191	30	27	58	39	33	4	15,1	4,7
21—30	231	35	29	50	68	44	7	15,1	5,2
31—40	129	18	4	21	44	28	12	13,9	6,3
41—50	68	9	—	11	17	19	12	13,2	7,0
51—60	49	2	1	12	12	18	4	4,0	7,2
Abs. Zahl	889	132	82	213	239	184	39	13,8	5,8
Prozentzahl	1	13,8	9,2	24,1	26,8	20.7	4,3		

Schließlich sei noch eine Tabelle beigefügt über die Untersuchung von Schulkindern der Stadt Oppeln. Obwohl ein entsprechender Vergleich mit einer anderen Stadt nicht möglich war, so mag allein die relativ hohe Zahl der untersuchten Kinder zu einer Auswertung im Sinne der Arbeit bestimmt haben, außerdem soll der Versuch gemacht werden, soweit das vorliegende Material es erlaubt, Kinder aus anderen untersuchten Gebieten zum Vergleich heranzuziehen.

Tabelle 6.

Untersuchung von 3253 Oppelner Schulkindern.
Durchschnittshärte 13,15 deutsche Härtegrade.

Alter	Zahl	Zahl der kariösen Zähne								Prozentsatz d. karfr. Geb.	Durchschnitt der erkrankt. Zähne
		0	1	2	3—4	5—6	7—8	9—11	12 u. mehr		
6—7	660	127	52	57	381	70	65	13	—	19,2	4,2
7—8	582	97	86	159	39	—	82	99	—	16,6	4,4
8—9	540	145	110	55	110	65	50	—	—	26,8	2,7
9—10	481	120	80	78	88	50	70	--	20	24,8	3,5
10—11	432	75	46	58	91	60	43	59	—	17,3	4,3
11—12	311	32	14	35	23	42	86	79	—	10,2	6,3
12—14	247	28	—	—	100	62	38	19	—	11,3	5,2
Abs.Zahl	3253	624	388	442	727	349	434	269	20	19	
Prozentzahl		19	12	13,6	23	11	12,2	8,2	0,7		

Betrachten wir nun die einzelnen Tabellen, so ergibt sich folgendes Bild, das wir am besten wieder in einer Tabelle darstellen können.

Tabelle 7.

Wasserhärte	Männliche Personen			Weibliche Personen		
	Zahl der Unters.	Prozentsatz der karfr. Geb.	Durchschnitt d. erk. Zähne	Zahl der Unters.	Völlig karfr.	Durchschnitt d. erk. Zähne
Weich	330	7,8	5,6	381	5,7	6,3
Mittelhart	844	10,6	5,4	882	8,2	5,7
Hartes Wasser	821	15,7	6,3	889	13,8	5,8

Tatsächlich ist also ein recht bedeutender Unterschied im Prozentsatz der völlig kariesfreien Gebisse festzustellen, der demnach die Rösesche Theorie zu bestätigen scheint.

Schluß.

Vorliegende Ausführungen können natürlich keineswegs den Anspruch erheben, ein vollständiges und endgültiges Resultat über unsere Frage erzielt zu haben, dazu war der Bezirk, der zu den Untersuchungen herangezogen werden konnte, ein nur relativ kleiner, auch wurde auf Gesichtspunkte wie völkische und rassische Abstammung (in den in Frage kommenden Bezirken ist eine Mischung von Germanen und Slawen oft nicht zu leugnen) verzichtet. Trotzdem kann das erzielte Resultat, das eine Wechselwirkung zwischen Trinkwasserhärte und der Zahl der völlig kariesfreien Gebisse beweist, für den weiteren Verfolg dieser Frage von einiger Bedeutung sein. Der Prozentsatz der völlig kariesfreien Gebisse steigt bei männlichen Personen von 7,8 bei weichem Wasser auf 15,7 bei hartem Wasser, obwohl die Differenz in den einzelnen Trinkwasserhärten keine erhebliche ist. Wenn bei hartem Wasser also der Prozentsatz der kariesfreien Gebisse 15,7% beträgt, sind 84,3% der männlichen Gebisse mehr oder weniger kariös; der Prozentsatz der kariösen Gebisse steigt bei mittelhartem Wasser auf 89,4% und bei weichem Wasser gar auf 92,2%. Ähnlich ist dies bei den weiblichen Personen. Mit steigender Trinkwasserhärte nimmt also die Zahl der von der Karies befallenen Gebisse ab. Hier ist die Durchschnittszahl der in den einzelnen Tabellen errechneten kariösen Zähne nur ein scheinbarer Widerspruch der auch von unserer Arbeit bestätigten These: „Je härter das Wasser, desto weniger kariöse Zähne.“ Dieser

Widerspruch wird gelöst durch die Überlegung, daß die Resistenz gegen Karies bei einzelnen Individuen eine so geringe ist, daß ein Einfluß auch stark kalkhaltiger Wässer ohne Erfolg bleiben wird, daß solche Personen aber durchaus ein Zufallsergebnis herbeiführen können, und deswegen die Durchschnittszahl der karieserkrankten Zähne nicht bedingungslos im Verhältnis zu der steigenden Wasserhärte abzunehmen braucht. Uns mag als Ergebnis unserer Arbeit die Tatsache genügen, daß die Zahl der völlig kariesfreien Gebisse mit der steigenden Wasserhärte zunimmt, die Zahl der von der Karies angegriffenen Gebisse aber abnimmt. Zusammengefaßt mag das Resultat der vorliegenden Arbeit lauten:

1. Dem Trinkwasser ist ein nicht unbedeutender Einfluß auf die Bildung der Karies der Zähne zuzuerkennen.
2. Mit steigender Wasserhärte nimmt die Zahl völlig kariesfreier Gebisse zu, die Zahl der von der Karies angegriffenen Zähne ab.
3. Bei weiblichen Personen ist die Kariesfrequenz in allen Fällen eine höhere.

Literatur-Verzeichnis.

1. Abderhalden, E.: Lehrbuch der physiologischen Chemie. 1915.
2. Biedl, A.: Zahnsystem und innere Sekretion. (Korrespondenzblatt f. Zahnärzte. Berlin 55 Jahrg. 31 H. 3. 1931. Seite 1 ff.)
3. Bunge, v. C.: Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie. Leipzig 1894. Seite 1 ff.
4. Burmester, O.: Kariesempfänglichkeit und Kalkmangel im Blut. Hamburg. Med. Dissert. 26.
5. Emmerich: Über die Wirkung der Kalksalze beim gesunden und kranken Menschen. Ref. Zahnärztliche Rundschau 1913.
6. Euler: Port-Euler, Lehrbuch der Zahnheilkunde. 4. Auflage. Seite 215 ff.
7. Feiler: Beiträge zum Stoffwechsel der Zähne. (Deutsche Monatsschrift f. Zahnheilkunde. 1913. Heft 9.)
8. Fischer: Ergebnisse der Zahnheilkunde. Bd. 1 H. 1. S. 1 ff.
9. Gironca, M. L.: Beitrag zum Studium des Kalkstoffwechsels. (Odontologica Clinica 30 Heft 11.)
10. Gärtner, A.: Die Hygiene des Wassers. (Verlag Vieweg, Braunschweig.)
11. Gottlieb: Zitiert nach Kantorowicz, Lehrbuch der Zahnheilkunde 1924. Seite 75.
12. Kranz: Kalkstoffwechsel. (Fortschritte der Zahnheilkunde. 4. Jahrgang 28. S. 309.
13. Kunert: Die zunehmende Zahnfäule unseres Volkes und ihre Bekämpfung. (Diss. Med. Fak. Breslau 1910.)
14. Läuner, H.: Über die Beziehung der Kariesfrequenz zum Erdsalzgehalt des Trinkwassers. (Schwz. Monatsschrift f. Zahnheilkunde. Bd. 40. 1930.)
15. Loew: Entwicklung der Kalktherapie. (Ärztl. Rundschau 1915 Nr. 35.)

16. Nebelung: Die Bedeutung der Härte des Trinkwassers für die Häufigkeit d. Zahnkaries. Med. Fak. Göttingen 23. Diss.)
17. Opitz: Trinkwasserhärte und Volksgesundheit. (Zeitschrift f. Medizinalbeamte 1917 Nr. 17.)
18. Proell: Fortschritte der gesamten Zahnheilkunde. (Deutsche Med. Wochenschrift Nr. 38. 19. 9. 30.)
19. Raude: Zur Frage der Kariesbeeinflussung durch Kalk und Phosphor. (Med. Diss. Köln 1922.)
20. Robin: Achiv general de medezin.
21. Rogger: Zahnkaries und Trinkwasserhärte in der Landschaft Davos. (Diss. Med. Fak. Würzburg.)
22. Röse: Erdsalzarmut und Entartung. (Berlin, Springer 1913.)
23. Sachs: Zitiert nach Raude w. o.
24. Scheller: Zitiert nach Walkhoff w. u.
25. Schlenkert: Illustrierte Zahn- und Mundpflege 1883. (Entnommen Walkhoff w. u.)
26. Tigerstedt: Ein Beitrag zur Kenntnis des Phosphorstoffwechsels beim erwachsenen Menschen. (Skandinavisches Archiv f. Physiologie 04.)
27. Walkhoff: Die Erdsalze und ihre Bedeutung für die Zahnkaries. (Verlag Meusser, Berlin.)
28. Wallers: Zitiert nach Raude (w. o.).
29. Walter: Erdsalzgehalt des Trinkwassers und Kariesfrequenz in der Schweiz. (Schwz. Monatsschrift f. Zahnheilkunde 21 Nr. 3.)
30. Weil: Dentale Merkmale und Störungen des Kalkstoffwechsels. (La Revue Odontologique. Ref. Deutsch. Zahnärztl. Wochenschrift Nr. 12. 1931.)

Lebenslauf.

Ich bin am 3. Juli 1903 als Sohn des Bauunternehmers Franz Segeth in Lubschau O/S. geboren. Nach Ablegung der Reifeprüfung an dem humanistischen Gymnasium in Cosel gab ich meinen Entschluß, Apotheker zu werden, nach einer Praktikantenzeit von 7 Monaten auf und begann 1924 mit dem Studium der Zahnheilkunde. 1926 bestand ich das zahnärztliche Vorexamen und 1929 das Staatsexamen. Nach einjähriger Assistententätigkeit habe ich mich in Pitschen niedergelassen. Seit 1930 bin ich verheiratet.

August Segeth.